



청력보존 프로그램의 평가

산업안전보건연구원 직업병연구센터 / 김 규 상

주요내용

- ① 인간의 청력 ② 일반인의 소음 노출 ③ 환경소음과 도시소음의 문제
- ④ 일상생활에서의 저주파음의 노출과 건강영향 ⑤ 소음환경 하에서의 여음인지와 청력손실
- ⑥ 소음 노출과 일시적 난청 ⑦ 소아 아동의 소음 노출과 청력영향
- ⑧ 취미 및 스포츠 활동에 따른 소음 노출과 청력영향 ⑨ 청력의 연령효과와 노인성 난청
- ⑩ 건강상태(음주, 흡연 등)와 청력영향 ⑪ 일반 질병(당뇨, 신장질환 등)에 의한 청력영향
- ⑫ 화학물질의 이독성 ⑬ 소음 이외 물리적 요인(진동, 라디오파, 방사선 등)에 의한 청력영향
- ⑭ 특수 종사자의 청력영향(항공 근무 종사자, 군인, 음악가, 기타 등) ⑮ 청력보존프로그램의 평가
- ⑯ 소음성 난청의 정능재활

산업장 청력보존 프로그램(Hearing Conservation Program, HCP)은 과도한 소음에 노출되는 작업장 근로자들에게서 발생할 수 있는 소음성 난청을 예방하기 위하여 수행하는 프로그램이다.

1983년부터 미국 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)은 1일 8시간 평균 90 dBA을 넘을 때는 소음 제어를 실시하고, 85 dBA을 넘을 때는 청력보존 프로그램을 실시하도록 하고 있다.

청력보존 프로그램은 소음 측정, 공학적 소음제어와 행정적 관리, 청력보호구 착용, 청력검사 및 의학적 판정, 보건교육 및 훈련, 기록보관 및 프로그램 효과 평가 등 7개의 구성요소로 되어 있다.

소음측정은 과노출되는 근로자와 과노출에 기여하는 기계, 즉 소음 발생원을 파악하기 위해 필요하며, 공학적 대책은 장기간 소음 노출과 관련한 가장 근본적인 대책이라고 볼 수 있다.

소음 문제는 발생원, 경로, 수용자(근로자) 등 세 가지 요소에 의해 구분되며, 발생원을 조절하는 것이 가장 만족스러운 방법이다. 청력보호구 착용은 소음성 난청을 예방하는 또 다른 중요한 방법이다.

청력검사 자체는 실제적으로 근로자를 보호하지는 못하지만 청력보존 프로그램이 효과적으로 진행중인지를 알려주는 유일한 방법이다. 근로자가 청력보존 프로그램을 제대로 교육받고 잘 이해했다면 이 프로그램의 성공률은 매우 클 것이다. 그리고 이 프로그램의 마지막 요소로서 기록보존을 들 수 있는데, 프로그램이 성공적인 기능을 하는데 결정적이다.

이 프로그램이 성공적으로 수행되기 위하여 필요한 첫 번째 조건은 사업주의 협력을 얻는데 있으며, 두 번째는 소음 노출 근로자의 지지를 얻는데 있다. 또한 사업주, 산업보건의, 산업보건 간호사와 산업위생사를 포함하는 보건관리자 및 청력검사자, 이비인후과 전문의 등이 참여하는 팀의 유기적인 협조에 달려 있다.

다만 사업주가 지켜야 할 최소한의 기준인 청력보존 프로그램만으로는 직업성 난청을 효율적으로 예방할 수 없다. 또한, 부적절한 의사소통과 협조(청력보존 프로그램에 관여하는 사람들과 현장 근로자들 간), 청력보존 프로그램 상의 결정에 부적절한 또는 잘못된 정보의 적용, 보호구의 부적절한 선

택과 사용자들의 훈련 실패, 청력보존 프로그램을 제공하는 제도에 대한 과신, 근로자들을 교육시키고 고무시킬 수 있는 청력검사 도구의 사용 실패, 청력보존 프로그램의 효율성을 조사하기 위한 청력검사 자료 사용 실패 등의 여러 오류가 있다.

우리나라의 청력보존 프로그램은 산업안전보건법 제24조 제1항2호 규정에 의거 사업주에게 소음에 의한 건강장해 예방 의무를 부과하고 있는데, 제42조에 따른 소음의 작업환경 측정 결과 소음수준이 90 dB을 초과하는 사업장과 소음으로 인하여 근로자에게 건강장해가 발생한 사업장에 대한 청력보존 프로그램 시행을 산업안전보건기준에 관한 규칙 제517조에서 정하고 있다.

우리나라의 청력보존 프로그램

우리나라는 '산업안전보건기준에 관한 규칙' 제4장 소음 및 진동에 의한 건강장해의 예방에서 소음노출 평가, 노출기준 초과에 따른 공학적 대책, 청력보호구의 지급 및 착용, 소음의 유해성과 예방에 관한 교육, 정기적 청력검사, 기록·관리 등이 포함된 소음성 난청을 예방 관리하기 위한 종합적인 계획으로 청력보존 프로그램 시행을 규정하고 있다.

이 규칙에서 '소음작업'은 1일 8시간 작업을 기준으로 85 dB 이상의 소음이 발생하는 작업을 말하며, 강렬한 소음작업은 90 dB 이상의 소음이 1일 8시간 이상 발생하는 작업, 95 dB 이상의 소음이 1일 4시간 이상 발생하는 작업, 100 dB 이상의 소음이 1일 2시간 이상 발생하는 작업, 105 dB 이상의 소음이 1일 1시간 이상 발생하는 작업, 110 dB 이상의 소음이 1일 30분 이상 발생하는 작업, 115 dB 이상의 소음이 1일 15분 이상 발생하는 작업으로 규정하고 있고, 충격소음작업은 소음이 1초 이상의 간격으로 발생하는 작업으로서 120 dB을 초과하는 소음이 1일 1만회 이상 발생하는 작업, 130 dB을 초과하는 소음이 1일 1천회 이상 발생하는 작업, 140 dB을 초과하는 소음이 1일 1백회 이상 발생하는 작업으로 정하고 있다.

사업주는 강렬한 소음작업 또는 충격소음작업 장소에 대하여는 기계·기구 등의 대체, 시설의 밀폐·흡음 또는 격리 등 소음감소를 위한 조치를 하여야 하며(제513조), 강렬한 소음작업 또는 충격소음 작업자에게 1) 해당 작업장소의 소음 수준, 2) 인체에 미치는 영향 및 증상, 3) 보호구의 선정 및 착용방법, 4) 그밖에 소음건강장해 방지에 필요한 사항을 알려야 하며(제514조), 소음으로 인하여 건강장해자가 발생하였거나 발생할 우려가 있는 경우에는 소음성 난청 발생 원인 조사, 청력손실 감소 및 재발방지

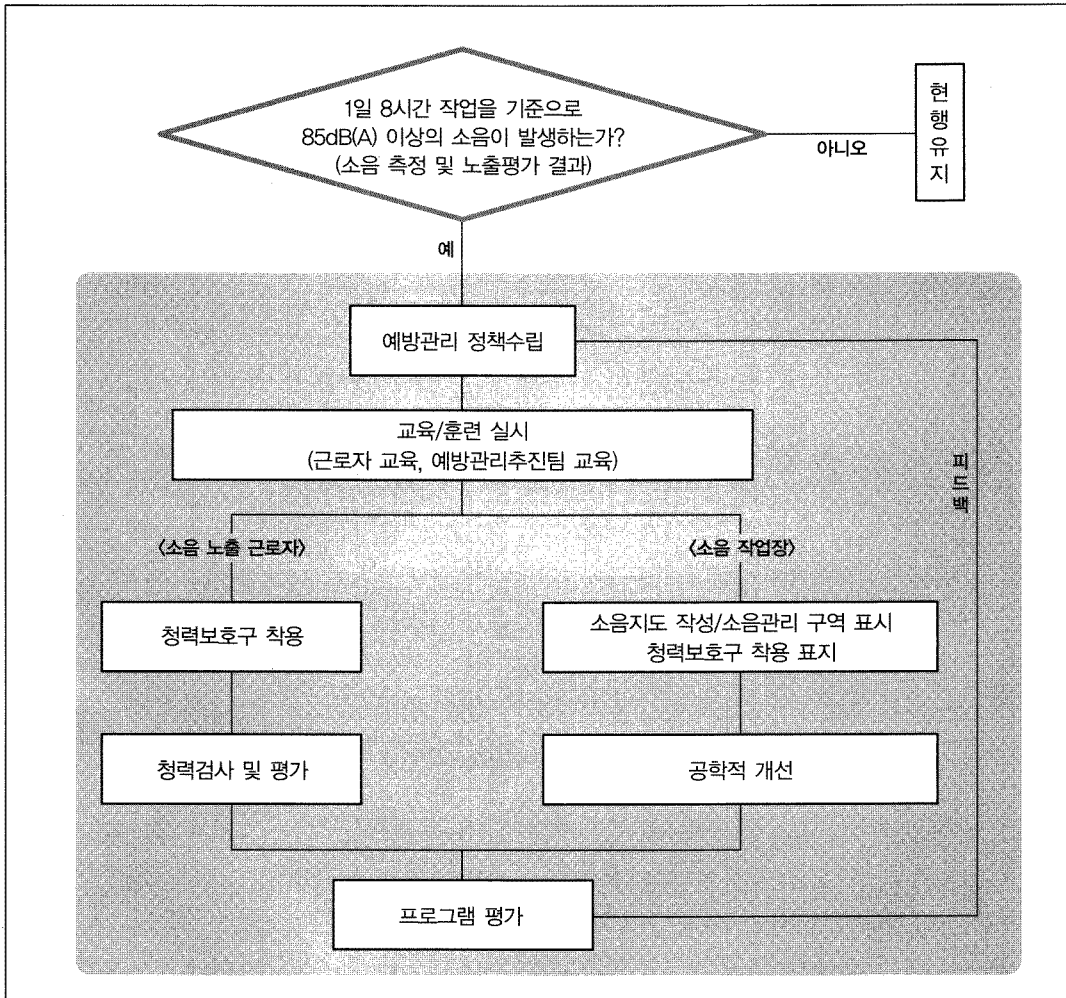
대책 마련, 작업전환 조치 등을 하여야 한다(제515조).

건강장해자는 산재보상보험법에 의한 업무상질병 인정자로, 우려가 있는 경우는 근로자 건강진단 결과 질병 유소견자(D1)가 발생한 경우로 해석한다. 사업주는 근로자에게 개인 전용의 청력보호구를 지급·착용토록 하고, 근로자는 지급된 보호구를 사업주의 지시에 따라 착용하여야 한다(제516조).

현재 청력보존 프로그램과 관련한 한국산업안전보건공단의 지침은 청력보존 프로그램의 수립·시행 지침(KOSHA CODE, H-40-2005), 청력보존 프로그램의 시행을 위한 청력평가지침(KOSHA CODE, H-52-2008), 청력보존 프로그램의 효과 평가 지침(KOSHA GUIDE, H-7-2010), 청력평가와 관련한 청력검사는 순음청력 검사에 관한 지침(KOSHA CODE, H-13-2006)으로 마련되어 있다.

청력보존 프로그램의 수립·시행 지침

청력보존 프로그램의 기본 내용은 1) 소음성 난청의 예방과 청력보호를 위한 교육 제공, 2) 작업장 소음 수준의 정기적인 측정과 평가, 3) 소음을 제어하기 위한 공학적인



<그림 1> 청력보존 프로그램의 틀

관리와 소음노출을 줄이기 위한 작업관리, 4) 청력보호구의 재공과 착용지도, 5) 소음 작업 근로자에 대한 배치 시 및 정기적 청력 검사·평가와 사후관리, 6) 청력보존 프로그램의 수립·시행의 문서 및 기록·관리,

7) 청력보존 프로그램의 수립·시행 결과에 대한 정기적인 평가와 보완으로 구성된다<그림 1>.

소음의 유해성 등에 관한 근로자 교육에

는 1) 소음의 유해성과 인체에 미치는 영향, 2) 소음 측정과 평가, 소음의 초과 정도 및 소음 노출 저감방법, 3) 청력보호구의 착용 목적, 장·단점, 형태별 차음효과, 보호구 선정·착용방법 및 주의사항, 4) 청력검사의 목적, 방법, 결과의 이해와 사후관리, 5) 현재 시행되고 있는 당해 사업장의 청력보존 프로그램의 내용 및 향후 대책, 6) 소음성 난청의 예방과 청력보호를 위하여 근로자가 취하여야 할 조치 등의 내용을 포함한다.

소음측정 및 노출 평가 목적은 1) 청력보존 프로그램에 포함시켜야 되는 대상 근로자의 확인, 2) 소음이 발생하는지 여부 확인, 3) 공학적인 개선대책 수립, 4) 소음감소 방안의 우선 순위 결정, 5) 공학적 개선대책의 효과 평가에 있으며, 지역 소음 측정 결과에 따라 소음지도를 작성하거나 소음 수준에 따라 소음관리 구역을 설정하고 표시한다.

소음 수준은 85 dB(A) 미만 (녹색지역), 85 - 90 dB(A) (황색지역), 90 - 100 dB(A) (주황색지역), 100 dB(A) 이상 (적색지역) 등으로 구분한다.

소음 노출기준을 초과할 가능성이 있는 경우에는 시설·설비, 작업방법 등을 점검한 후 개선하고, 소음 노출기준을 초과한 경우에는 시설·설비, 작업방법 등에 대한 개선대책을 수립하여 시행하고, 기계·기구 등의 대체, 시설의 밀폐, 흡음 또는 격리 등

공학적 대책을 적용한다.

공장의 설계, 시공단계 및 도입 시설 장비의 설치 시 저소음 공정, 저소음 장비, 저소음의 자재를 사용한다. 기존의 작업소음에 대해서는 소음원의 수정, 소음 전과 경로의 수정 및 소음 노출 근로자에 대한 공학적 대책을 시행한다.

소음원의 수정 방법으로는 저소음 기계로의 교체를 통한 저소음화 및 마모된 부품의 교체 등 발생 원인의 제거, 방음장치로서 방음실·방음 스크린·소음기·흡음 덕트의 활용, 방진고무·스프링·제진재 활용을 통한 방진·제진, 공장 자동화 및 배치 변경 등의 운전방법의 개선을 적용한다.

소음 전과 경로의 수정 방법으로는 배치 변경을 통한 거리 감쇄효과, 차폐물·방음벽의 차폐효과, 실내흡음처리를 통한 흡음 대책, 음원의 방향조정의 지향성 대책을 적용한다. 그리고 소음 노출 근로자에 대한 공학적 대책으로는 방음감시실(control room)을 통한 차음방법을 적용한다.

공학적 대책을 적용하기 곤란한 경우 근로자 노출시간의 저감, 순환근무의 실시 또는 개인 청력보호구의 착용 등 작업관리적 대책을 시행한다.

사업주는 소음작업 근로자에게 다양한 청력보호구를 제공하여 선택하도록 하고, 당해 근로자는 반드시 청력보호구를 착용한

〈표 1〉 한국 성인의 남·여 연령별 표준역치변동 적용을 위한 연령 보정표

주파수 성별	1000 Hz		2000 Hz		3000 Hz		4000 Hz		6000 Hz	
	남(dB)	여(dB)	남(dB)	여(dB)	남(dB)	여(dB)	남(dB)	여(dB)	남(dB)	여(dB)
연령										
≤20세	6	3	4	1	4	0	2	-1	3	2
21세	6	3	4	2	5	0	3	-1	4	3
22세	6	3	4	2	5	0	3	0	5	3
23세	6	4	5	2	5	1	4	0	5	4
24세	7	4	5	3	6	1	4	1	6	4
25세	7	4	5	3	6	2	5	1	6	5
26세	7	5	5	3	6	2	5	2	7	6
27세	7	5	5	3	7	3	6	2	7	6
28세	7	5	6	4	7	3	6	3	8	7
29세	8	5	6	4	7	3	7	3	9	7
30세	8	6	6	4	7	4	7	3	9	8
31세	8	6	6	5	8	4	8	4	10	8
32세	8	6	6	5	8	5	8	4	10	9
33세	8	7	6	5	8	5	9	5	11	9
34세	8	7	7	6	9	5	9	5	12	10
35세	9	7	7	6	9	6	10	6	12	10
36세	9	8	7	6	9	6	10	6	13	11
37세	9	8	7	7	10	7	10	7	13	11
38세	9	8	7	7	10	7	11	7	13	12
39세	9	8	7	7	10	8	11	7	14	13
40세	9	9	8	8	11	8	12	8	15	13
41세	10	9	8	8	11	8	12	8	16	14
42세	10	9	8	8	11	9	13	9	16	14
43세	10	10	8	9	11	9	13	9	17	15
44세	10	10	8	9	12	10	14	10	17	15
45세	10	10	9	9	12	10	14	10	18	16
46세	10	11	9	10	12	11	15	11	18	16
47세	11	11	9	10	13	11	15	11	19	17
48세	11	11	9	10	13	11	16	12	20	17
49세	11	11	9	10	13	12	16	12	20	18
50세	11	12	9	11	14	12	17	12	21	18
51세	11	12	10	11	14	13	17	13	21	19
52세	11	12	10	12	14	13	18	13	22	20
53세	12	13	10	12	15	14	18	14	23	20
54세	12	13	10	12	15	14	19	14	23	21
55세	12	13	10	13	15	14	19	15	24	21
56세	12	14	11	13	16	15	20	15	24	22
57세	12	14	11	13	16	15	20	15	25	22
58세	12	14	11	13	16	16	21	16	25	23
≥59세	13	14	11	14	16	16	21	17	26	23

다. 소음측정 평가 결과 노출기준을 초과하는 작업장에는 청력보호구 착용에 관한 안전·보건표지를 설치하거나 부착한다.

청력보호구의 선택과 착용 및 효과에 대한 유의사항은 다음과 같다.

1) 여러 가지 청력보호구를 제공한 후 편안하고 착용하기 쉬운 청력보호구를 선택하여 착용하도록 지도하는 것이 청력보호구의 착용 순응도와 효과를 높일 수 있는 방법이다. 2) 청력보호구의 실제 차음효과는 제조사에서 제시하는 수치보다 낮을 수 있다. 3) 소음작업장에서 작업하는 동안 청력보호구를 지속적으로 착용하지 않으면 소음감소 효과가 떨어지므로 작업 시 계속 착용하여야 한다.

청력보존 프로그램의 시행을 위한 청력평가 지침

청력보존 프로그램을 시행하여야 하는 사업장, 즉 작업환경측정 결과 소음 수준이 90 dB(A)를 초과하는 사업장이나 소음으로 인하여 근로자에게 건강장해(소음성 난청 유소견자)가 발생한 사업장에서 소음작업을 하는 근로자는 매년 청력검사를 해야 한다.

청력검사는 법 제43조, 시행규칙 제98조 제2호 가목과 제100조 제4항에 따른 시행규칙 별표 13의 소음 유해인자에 대한 검사항

목, 노동부고시 제2008-101호(근로자건강 진단 실시기준) 및 KOSHA Code H-13-2006(순음청력검사지침)을 적용한다.

절대적인 청력역치 기준의 평가와 더불어 이미 청력이 손실된 근로자보다는 직업적으로 손실이 진행되고 있는 근로자를 우선적으로 보호하고 직업병의 예방을 효과적으로 수행하기 위하여 동일 사업장에서 근무하고 있는 근로자의 연령을 고려한 상대적인 역치변동, 즉 연령보정 표준역치변동을 적용 및 평가하여 관리한다.

표준역치변동을 적용하기 위해서는 90 dB(A) 이상의 소음작업자에 대한 배치전 건강진단의 기초 청력과 정기적인 청력검사에서 시행규칙 제100조 제4항의 규정에 의해 제1차 검사항목으로 2000, 3000 및 4000 Hz의 기도청력검사를 시행하며, 근로자의 노출정도, 병력 등을 고려하여 필요하다고 인정하면 제2차 검사항목의 일부 또는 전부에 대하여 제1차 검사항목을 검사하는 때에 추가한다.

연령보정은 <표 1>을 참고하여 결정한다. 20세 미만 혹은 60세 이상의 근로자에 대해서는 각각 20세와 59세의 연령 보정표상의 연령보정치를 적용한다. 기초 청력보다 이후 정기적인 청력검사 결과가 좋을 때는 그 청력역치를 기준 청력으로 취하여 현재의 청력역치와 비교하여 표준역치변동량을 구한 다음, 연령 변화에 의한 청력손실량을 뺀 값이

〈표 2〉 청력보존 프로그램 평가 점검표(일부)

단계	점검 내용	적정	부적정
청력 측정	① 적절하게 훈련된 자격을 갖춘 청력검사사가 있습니까? ② 청력검사사가 정확한 청력검사를 수행하고, 효과적으로 지시/조사하고, 자료를 적절하게 보관하고 있습니까? ③ 자료는 완전합니까? ④ 추적관찰 서류가 첨부되어 있습니까? ⑤ 청력역치 수준이 검사간 적절하게 일관성이 있습니까? 그렇지 않다면, 불일치의 이유가 있습니까? ⑥ 매년 시행하는 청력검사 결과로 기준역치와 비교하여 표준역치변동의 여부를 확인하고 있습니까? ⑦ 표준역치변동의 년 유병률은 얼마입니까? 문제 지점은 정확히 지적되고 교정합니까? ⑧ 근로자 개인 또는 집단에서 청각학적 경향(악화)을 확인합니까? ⑨ 자료는 청력검사의 적절한 보정 결과를 나타내고 있습니까? ⑩ 청력검사실은 정확한 청력검사를 수행할 만큼 낮은 배경음 수준을 보이고 있습니까? ⑪ 근로자뿐 아니라 관리자와 감독자에게 청력검사 결과가 알려집니까? ⑫ 표준역치변동 대상 근로자에게 적어도 2일 이내에 서면으로 고지하고 있습니까?		
공학적·관리적 소음조절	① 소음의 공학적 대책을 가장 우선적으로 고려하고 있습니까? ② 다양한 공학적 대책 사항의 선택에 있어 비용-효과를 제출하였습니까? ③ 소음의 공학적 대책과 관련한 계획을 평가하였습니까? 다양한 공학적 대책 방법에 대해 전문가의 조언을 구하였습니까? ④ 이와 같은 작업을 사업장내의 자원 또는 외부의 전문가에 의해 수행하고 있습니까? ⑤ 소음의 공학적 대책의 운영과 유지에 대해 근로자와 감독자에게 조언/상담을 하였습니까? ⑥ 소음의 공학적 대책 사업을 적시에 완성을 확보하기 위해 감시하고 있습니까? ⑦ 행정적인 관리 대책에 의한 가능성이 평가되고 있습니까?		
청력 보호구	① 85 dBA 이상 소음 노출 근로자에게 청력보호구가 사용되도록 하고 있습니까? ② 근로자가 선택할 수 있게끔 다양한 청력보호구가 주어지고 있습니까? ③ 근로자가 청력보호구가 주의를 기울여서 편하게 착용하기 위해 훈련합니까? ④ 채용시뿐만 아니라 년 1회 이상 교육/훈련을 합니까? ⑤ 보호구의 착용 또는 결함에 대해 정기적으로 점검하고 필요하다면 즉시 교환하여 줍니까? ⑥ 근로자가 청력보호구를 마음대로 쓸 수 있다면, 교환도 즉시 할 수 있습니까? ⑦ 적절한 산업위생학적 조건에 대해 알고 있습니까? ⑧ 청력보호구 사용과 관련한 귀의 자극증상 또는 염증이 발현된 적이 있습니까? 의학적 원인으로 보호구의 착용이 가능하지 않은 근로자는 없었습니까? 이러한 문제가 있는 경우 즉시 의학적 처치를 합니까? ⑨ 현재의 청력보호구로 인한 문제를 경험하는 경우 다른 형태의 청력보호구를 고려합니까? ⑩ 소음성 난청 근로자는 집중적인 조언/상담을 받습니까?		

연령보정을 고려한 표준역치변동값이다.

연령을 보정한 상태에서 2000, 3000 및 4000 Hz의 기도청력의 평균 표준역치변동이 10 dB 이상인 소음 작업자에 대해서는

소음성 난청을 예방하기 위한 적절한 건강 관리를 해야한다.

소음성 난청 유소견자나 유의한 표준역치변동이 있는 근로자에 대해서는 적극적인

관리 조치를 해야한다.

청력보호구를 사용하고 있지 않는 근로자에게 적절한 청력보호구를 지급하고, 그 사용과 관리에 대해 교육 훈련을 실시하고 사용하게 해야 한다. 이미 청력보호구를 사용하고 있는 근로자에게는 청력보호구 사용에 관한 재훈련 및 필요할 경우 더 큰 차음력을 가지는 청력보호구를 제공한다.

표준역치변동이 있는 근로자에 대해서는 청력보호구를 착용한 상태의 소음 노출량을 85 dB 이하의 8시간 시간가중평균치까지 감음시킨다.

추가 검사가 필요한 경우, 산업의학적인 청력평거나 이비인후과 검사를 실시한다. 작업과 무관한 청각장애라면 사업주는 해당 근로자에게 이비인후과 검사, 치료 및 재활 필요가 있음을 통보한다.

청력보존 프로그램의 효과 평가지침

‘청력보존 프로그램의 평가’란 소음 노출의 측정과 평가, 소음 노출 저감을 위한 관리적·공학적 개선 대책, 청력보호구의 착용, 소음 노출 근로자에 대한 보건교육 등 청력보존 프로그램의 시행으로 정기적인 청력검사를 통해 청력보존의 효과를 평가하는 것을 말한다.

청력보존 프로그램 평가는 청력보존 프로

그램을 시행하여야 하는 사업장에서 프로그램의 구성 내용과 수행의 적정성을 평가하는 질적 평가와 청력검사를 통해 청력보존 효과를 평가하는 양적 평가로 구분한다. 청력보존의 효과 평가는 근로자 개인의 현재 청력과 기준청력의 비교나 주기적으로 측정된 청력의 비교를 통한 개인 평가와 사업장 전체 근로자의 청력을 일반인구집단 또는 사업장 내 대조군이나 소음으로 인한 청력역치 변동 국제표준과 비교하는 집단 평가로 구분한다.

청력보존 프로그램의 질적 평가는 1) 소음노출 평가방법 및 결과의 적정성, 2) 공학적 및 작업관리적 대책 수립의 적합성, 3) 작업특성에 따른 청력보호구의 선정, 사용 및 유지관리의 적정성, 4) 청력평가시스템의 적정성 여부, 5) 근로자에 대한 교육·훈련의 적정성 등 프로그램 수행결과에 대하여 적정성을 주기적으로 평가하고 필요시 적절한 조치를 말한다. 각 항목 점검에서 부적정으로 평가된 부분은 교정 조치되어야 한다(표 2).

청력보존 프로그램의 정량 평가를 위한 적용 가능한 역치변동 기준으로 1) OSHA STS 기준: 기초 청력검사와 비교하여 추적 검사 기간에 어느 한쪽 귀에서 2, 3, 4 kHz의 평균 청력역치가 10 dB 이상 변화가 있는 경우, 2) National Institute of Occu-

〈표 3〉역치변동 기준에 따른 적용 청력검사 주파수와 변동량

역치이동 기준	변화량	Frequency(Hz)						적용 주파수		
		500	1000	2000	3000	4000	6000			
OSHA STS	+10 dB			X	X	X		평균역치	추적검사기간	
NIOSH(1972)	+10 dB	X	X	X	X			어느 한 주파수	추적검사기간	
				또는						
AAO-HNS	+10 dB	X	X	X			X	X	평균역치	추적검사기간
				또는						
	+15 dB				X	X	X			
OSHA STS twice	+10 dB			X	X	X		평균역치	추적검사기간 2년 연속 (동일 귀)	
15 dB once	+15 dB	X	X	X	X	X	X	어느 한 주파수	추적검사기간	
10 dB average 3-4kHz	+10 dB					X	X	평균역치	추적검사기간	
15 dB twice	+15 dB	X	X	X	X	X	X	어느 한 주파수	추적검사기간 2년 연속 (동일 귀, 동일 주파수)	
15 dB twice 1-4kHz	+15 dB		X	X	X	X		어느 한 주파수	추적검사기간 2년 연속 (동일 귀, 동일 주파수)	

pational Safety and Health(NIOSH, 1972) 기준: 기초 청력검사와 비교하여 추적검사 기간에 0.5, 1, 2, 3 kHz의 주파수에서는 10 dB 이상의 변화나 4, 6 kHz에서는 15 dB 이상의 변화가 있는 경우, 3) The American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery(AAO-HNS) 기준: 기초 청력검사와 비교하여 추적검사 기간에 0.5, 1, 2 kHz의 주파수 평균값이 10 dB 이상의 변화가 있거나, 3, 4, 6 kHz의 주파수 평균값이 15 dB 이상의 변화가 있는 경우, 4) OSHA STS twice 기준: 기초 청력검사와 비교하여 추적검사 기간에 2년 연속으로 같은 귀에서 2, 3, 4 kHz

의 주파수 평균값이 10 dB 이상의 변화가 있는 경우, 5) 15 dB once 기준: 기초 청력검사와 비교하여 추적검사 기간에 0.5, 1, 2, 3, 4, 6 kHz의 어느 한 주파수에서라도 15 dB 이상의 변화가 있는 경우, 6) 10 dB average 3-4 kHz 기준: 기초 청력검사와 비교하여 추적검사 기간에 3, 4 kHz의 평균이 10 dB 이상의 변화가 있는 경우, 7) 15 dB twice 기준: 기초 청력검사와 비교하여 추적검사 기간에 2년 연속으로 같은 귀와 같은 주파수에서 0.5-6 kHz 사이의 어느 한 주파수에서라도 15 dB 이상의 변화가 있는 경우, 8) 15 dB twice 1-4 kHz 기준: 기초 청력검사와 비교하여 추적검사 기간에

〈표 4〉 정상 건청인의 연령에 따른 기도 청력역치 (ISO 1999 standard, 1990)

연령 (년)	Frequency in Herz							
	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
남성								
25	0	0	0	0	1	1	1	1
30	0	1	1	1	2	2	3	3
35	1	1	1	2	3	5	5	6
40	1	2	2	3	6	8	9	10
45	2	3	3	5	8	12	13	16
50	3	4	4	7	12	16	18	23
55	4	5	5	10	16	22	25	30
60	5	6	7	12	20	28	32	39
65	7	9	9	15	25	35	40	49
70	8	9	11	19	31	43	49	59
75	10	11	13	23	37	52	59	71
여성								
25	0	0	0	0	0	0	1	1
30	0	1	1	1	1	1	2	2
35	1	1	1	2	2	3	3	4
40	1	2	2	3	4	4	6	7
45	2	3	3	4	5	7	9	11
50	3	4	4	6	6	9	12	15
55	4	5	5	8	10	12	16	21
60	5	6	7	10	13	16	21	26
65	7	8	8	13	17	20	27	33
70	8	9	10	16	20	24	32	41

2년 연속으로 같은 귀와 같은 주파수에서 1, 2, 3, 4 kHz 사이의 어느 한 주파수에서라도 15 dB 이상의 변화가 있는 경우로 구분할 수 있다(표 3).

청력보존 프로그램 대상의 집단평가를 위한 지표로는 %Bb, %Wb, %Bb/Wb, dB/yr, %Ws, %BWs가 있다.

%Bb는 청력보존 프로그램의 청력검사

대상 전체 근로자 중 기준청력과 비교한 청력역치가 0.5 kHz에서부터 6 kHz까지의 순음청력검사의 어느 주파수에서든 청력역치가 15 dB 이상 좋아진 비율을 말한다. %Wb는 청력보존 프로그램의 청력검사 대상 전체 근로자 중 기준청력과 비교한 청력역치가 0.5 kHz에서부터 6 kHz까지의 순음청력검사의 어느 주파수에서든 청력역치가 15 dB 이상 나빠진 비율을 말한다. %Bb

〈표 5〉 소음 노출(노출수준과 노출기간)에 따른 각 주파수별 청력역치 변동량(ANSI S3.33-1996)

LA8hn (dBA)	Freq. (Hz)	노출기간											
		10년			20년			30년			40년		
		0.9*	0.5	0.1	0.9	0.5	0.1	0.9	0.5	0.1	0.9	0.5	0.1
85	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2000	0	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2
	3000	2	3	5	3	4	6	3	4	7	3	5	7
	4000	3	5	7	4	6	8	5	6	9	5	7	9
	6000	1	3	4	2	3	5	2	3	6	2	4	6
90	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2000	0	2	6	2	4	8	3	5	9	4	6	10
	3000	4	8	13	7	10	16	8	11	18	9	12	19
	4000	7	11	15	9	13	18	10	14	19	11	15	20
	6000	3	7	12	4	8	14	5	9	15	6	10	15
95	500	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
	1000	1	2	4	2	3	5	2	3	5	2	3	6
	2000	0	5	13	5	9	17	7	12	20	9	14	22
	3000	8	16	25	13	19	31	16	22	34	18	23	37
	4000	13	20	27	16	23	32	18	25	34	19	26	36
	6000	5	14	23	8	16	26	10	18	28	12	19	29
100	500	2	4	8	3	5	9	4	6	11	5	7	11
	1000	3	6	12	6	9	15	7	10	17	8	11	19
	2000	0	8	23	8	16	31	13	21	35	16	24	39
	3000	13	26	41	21	32	51	26	35	56	29	38	60
	4000	20	31	42	25	36	49	28	39	53	30	41	56
	6000	9	23	37	14	27	42	17	29	46	19	30	48

* 0.9 fractile(tough ears - 90 % of ears are worse than this)
 0.5 fractile(typical ears - 50 % are worse, 50 % are better)
 0.1 fractile(tender ears - only 10 % are worse than this)

/Wb는 %Wb에 대한 %Bb의 비를 말한다.
 dB/yr은 연간 청력역치의 변동량을 말한다.

%Ws는 청력보존 프로그램의 청력검사 대상 전체 근로자 중 연속적인 청력검사에서 0.5 kHz에서부터 6 kHz까지 어느 주파수에서든 청력역치가 15 dB 이상

수에서든 청력역치가 15 dB 이상 나빠진 비율을 말한다. %BWs는 청력보존 프로그램의 청력검사 대상 전체 근로자 중 연속적인 청력검사에서 0.5 kHz에서부터 6 kHz까지 어느 주파수에서든 청력역치가 15 dB 이상

〈표 6〉 청력역치의 기준청력과 비교 평가를 통한 청력보존 프로그램의 평가

청력보존 프로그램 평가(HCP rating)	남성		여성	
	Δ HL	%Bb/Wb	Δ HL	%Bb/Wb
적합 (Acceptable)	<-0.18	>1.25	<-0.15	>1.25
경계 (Marginal)	$\geq -0.18, \leq 4.2$	$\geq -1.25, \leq 0.75$	$\geq -0.15, \leq 5.1$	$\geq -1.25, \leq 0.75$
부적합 (Unacceptable)	>4.2	>0.75	>5.1	>0.75

좋아지거나 또는 나빠진 비율을 말한다.

청력보존 프로그램의 정량 평가로 개인평가와 집단평가가 있는데, 개인평가로는 성별과 연령에 따른 청력의 비교, 소음 노출 수준과 기간에 따른 청력과 역치변동의 비교, 역치변동 평가가 있다.

성과 연령에 따른 주파수별 청력역치와 평균청력을 소음에 노출되지 않은 건강한 일반인구집단의 청력에 대한 우리나라 또는 국제적인 기준이나 표준치(ISO 또는 ANSI)와 비교한다(표 4).

소음 노출 수준과 기간에 따른 청력과 역치변동의 비교는 소음 노출수준(85, 90, 95, 100 dBA)과 노출기간(10, 20, 30, 40년)에 따른 주파수별 청력 역치변동량을 국제적인 기준이나 표준치(ISO 또는 ANSI)와 비교한다(표 5).

특정 시점에서의 청력을 각 주파수별(500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 Hz) 집

단 특성에 따라 비교하거나 또는 특정 주파수(4000 Hz)의 청력을 소음 노출기간과 연령의 증가에 따른 청력역치의 변화 추이를 비교한다.

역치변동 평가는 현재의 절대적인 청력역치로 평가하지 않고, 과거 입사 시점 또는 배치시 기초 청력 역치나 지난 과거의 청력 역치와 비교하여 주파수별로 증가 또는 감소한 역치의 변동량을 평가한다.

상기 적용 가능한 역치변동 기준 중 청력보존 프로그램의 시행을 위한 청력평가지침(H-52-2008)에서는 OSHA STS 기준을 적용한다. 연령을 보정한 상태에서 2000, 3000 및 4000 Hz의 기도청력의 평균 표준역치변동이 10 dB 이상인 소음 작업자에 대해서 소음성 난청을 예방하기 위한 적절한 건강관리를 하도록 한다.

청력보존 프로그램의 집단에 대한 정량 평가는 대상 집단의 기준청력과 비교 평가, 대상 집단의 연속적인 청력의 비교 평가,

〈표 7〉 청력역치의 연속적인 측정 자료의 비교 평가를 통한 청력보존 프로그램의 평가

청력보존 프로그램 평가	Sequential Comparisons of First Tests (1-2, 2-3, or 3-4)		Sequential Comparisons of Any Later Tests (4-5, 5-6, or Higher)	
	%W s		%W s	%BW s
적합	<20		<17	<26
경계	20-30		17-27	26-40
부적합	>30		>27	>40

연령보정을 적용한 역치변동 평가가 있다.

대상 집단의 기준청력과 비교는 현재 시점에서의 청력을 현재 근무하는 사업장의 소음작업장에 최초 배치된 시점의 기준청력, 즉 기초 청력과 비교하는 것으로 각 주파수별 청력역치가 좋아지거나 나빠지는지 여부와 나빠진 정도를 평가한다.

청력검사의 초기 3-4차까지의 청력역치가 오히려 좋게 나타나는 학습효과를 보이는 경우가 있다. 특히, 고음역에서 청력이 나쁜 경우 학습효과가 나타날 수 있다. 초기의 학습효과를 고려한 기준청력과 비교 평가는 %Bb/Wb와 고음(4000 Hz)에서의 역치변동량(dB/yr)을 이용하여 청력보존 프로그램의 효과를 평가한다.

기준청력과 청력역치의 비교를 통한 청력보존의 효과 평가는 남녀 각각 성별로 %Bb/Wb와 역치변동량을 적용하여 적합(Acceptable), 경계(Marginal), 부적합(U-nacceptable)으로 구분하여 평가한다(표 6).

대상 집단의 연속적인 청력의 비교 평가는 현재 청력역치를 바로 이전 청력역치 또는 과거청력역치와 그 이전 과거 청력역치, 즉 매년 청력을 측정한다면 올해 청력역치와 작년 청력역치 또는 2년 전 청력역치와 3년 전 청력역치를 비교 평가하는 것으로 각 주파수별 청력역치가 좋아지거나 나빠지는지 여부와 나빠진 정도를 평가한다.

연속적인 청력역치의 비교를 통한 청력보존 프로그램의 효과는 %Ws와 %BW s의 적용을 통해 적합, 경계, 부적합으로 구분하여 평가한다(표 7).

연령보정을 적용한 역치변동 평가는 연령보정한 상태에서 청력의 표준역치변동이 10 dB 이상인 근로자가 전체 모집단에서 2.5% 이내이어야 한다. 최근 고용된 젊은 근로자 군에는 적용하지 않는다.

청력보존 프로그램의 평가는 1) 기준 청력 또는 연속적인 청력의 비교를 통한 청력보존 프로그램의 효과 확인, 2) 초기의 연속

된 청력 평가에서의 학습효과 확인, 3) 소음 노출 여부와 수준 또는 작업장의 특성(공장, 부서 등)에 따른 청력보존 프로그램의 효과 평가, 4) 청력보호구 유형에 따른 청력보존 프로그램의 효과 평가, 5) 청력검사(청력검사기관 또는 청력검사자)의 신뢰도 평가, 6) 관리적·공학적 개선에 따른 청력보존 프로그램의 효과를 평가하는데 적용할 수 있다.

위에 기술한 학습효과, 청력보호구의 효과, 청력검사의 신뢰도, 청력보존 프로그램의 개입 효과 등을 평가하는데, 청력보존 프로그램의 평가 대상 집단의 기준청력 또는 연속적인 청력역치의 비교를 통해 적용할 수 있다.

그러나 청력보존 프로그램의 양적 평가를 적용하는데 아래와 같은 제한점이 있다.

1) 현행 소음 특수건강진단은 매년 시행하지 않고 2년 주기로 시행한다. 다만, 청력보존 프로그램을 수립 시행하여야 하는 소음 수준이 90 dB 노출기준을 초과한 사업장의 경우에는 주기단축 조건에 의하여 매년 소음 특수건강진단을 시행한다.

2) 소음 특수건강진단에서 1차 검사에서 2000, 3000, 4000 Hz 순음청력검사만을 실시한다. 다만, 1차 검사에서 이상시에만 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 Hz 청력검사를 실시하고 있다.

3) 소음 특수건강진단에서 시행되는 1차 검사는 2차 검사의 선별검사로서 정성적인

검사이며 또한 검진기관 원외(사업장)에서 수행되어 정량검사로써 검사의 정확성과 신뢰성에 문제가 있다.

4) 비소음 근로자에 대한 청력검사는 1000 Hz 역치검사로만 청력 이상 여부를 판단하고 있다.

나가며

- 청력보존 프로그램의 운영 효과와 연령을 고려한 상대적인 역치변동 평가의 필요성

김규상 등(2005)의 소음 노출 수준과 특성에 따른 청력 영향과 예측치 연구에서 중 소규모 조선업체와 소음에 노출되더라도 청력보호구의 착용 등 청력보존 프로그램을 운영하는 D금속제품 제조업체 사이의 청력 예측치의 차이는 일반적인 소음 노출 인구 집단의 최대-최소 청력 예측치로 추정되었다. 즉, 소음에 노출되는 집단이라 하더라도 적절한 소음관리(청력보존 프로그램의 운영)에 따른 청력의 차이, 변화량과 소음에 의한 청력역치의 특성이 다르게 나타남을 뚜렷이 보여주고 있다.

따라서 조선업체와 D금속제품 제조업체 두 연구대상 집단의 특성은 오히려 소음이 청력에 미치는 영향과 방향 등에서 대처점의 잣대로 작용한다고 볼 수 있다. 또 이와 같은 노출 소음 요인만이 아니라 현재의 청

력역치에 미치는 연령효과 및 기저(기초)청력 문제가 공존한다.

일반인구집단에 비해 소음 노출 인구집단(D금속제품 제조업체와 조선업체)은 평균 청력역치보다 4000 Hz의 청력역치에서 연령의 효과가 더 컸으나, 평균청력역치에서는 조선업체 근로자 집단에서 다른 두 집단보다 더 크게 나타났다. 소음 노출기간은 조선업체의 경우에는 독립적으로 가산적인 반면에 D금속제품 제조업체에서는 영향이 미미하게 나타나거나 오히려 학습효과로 인한 청력역치 하강을 보이고, 또 소음 노출정도도 그 영향이 작고 유의하지 않아 청력보존 프로그램의 효과로 판단되었다.

이 연구에서 일반인구집단 및 소음 노출

근로자에 대한 연령대별로 주파수별 역치와 평균역치의 차이에서 통계적인 유의성을 갖으며, 연령이 청력역치에 미치는 영향이 소음노출 기간 및 소음노출 수준과 더불어 크다는 점에서 청력에 대한 건강관리 관점에서 연령에 대한 고려가 있어야 함을 주시시키고 있다.

그리고 현재 청력이 이러한 요인만이 아니라 여러 사회적·환경적 요인에 의한 기저청력에 의해서 절대적으로 영향을 받을 수 있다는 점에서 연령과 무관하게 청력평가와 산업의학적 관리가 현재의 절대적 역치기준으로 실시되는 것은 수정되어야 할 것이다. 즉, 기저청력과 연령에 따른 청력의 변화를 측정하는 상대적 역치변동 평가 방법의 도입을 모색할 필요성이 있다. 🍷

☞ 참고문헌

1. 김규상, 이지호, 조병만, 양승림, 김옥현, 이요원, 심창선. 소음 노출 수준과 특성에 따른 청력 영향과 예측치. 청능재활 2005;1(1):67-79.
2. 이정학, 김진숙, 오상용, 김규상, 조수진. 정상 성인의 연령에 따른 청력역치의 변화. 대한청각학회지 2003;7(1):15-23.
3. 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 근로자의 표준역치이동과 연령보정의 근거 및 적용을 위한 기초연구. 연구보고서 2001.
4. 한국산업안전보건공단. 「청력보존 프로그램의 수립·시행 지침」. KOSHA CODE H-40-2005.
5. 한국산업안전보건공단. 「순음청력검사에 관한 지침」. KOSHA CODE H-13-2006.
6. 한국산업안전보건공단. 「청력보존 프로그램의 시행을 위한 청력평가 지침」. KOSHA CODE H-52-2008.
7. 한국산업안전보건공단. 「청력보존 프로그램의 효과 평가지침」. KOSHA GUIDE H-7-2010.
8. 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 근로자 건강진단 실무지침: 제2권 유해인자별 특수건강 진단방법, 소음·보건분야-기술자료 연구원 2009-1-2.
9. Berger EH. The noise manual, Amer Ind Hyg Asso 2000.
10. International Organization for Standardization. Acoustics-Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment (ISO 1999). Geneva. ISO, 1990.
11. Occupational Safety and Health Administration. Occupational noise exposure: Hearing conservation amendment, OSHA, 29CFR1910.95, 1983.
12. Suter AH. Hearing conservation manual. CAOHC, 2002.